

УДК 656.073.33

Киркин А. П.<sup>1</sup>, Киркина В.И.<sup>2</sup>

### СИСТЕМНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Для повышения эффективности работы транспортных систем необходимо не только выполнить системное построение всего транспортного процесса с применением логистического подхода, но и его управляющей системы, обеспечивающей слаженность выполнения технологических операций во времени.*

**Ключевые слова:** логистика, виртуальная логистика, виртуальное предприятие, оптимизация транспортного процесса, управление материальным потоком.

*Кіркін О.П., Кіркина В.І., Системна побудова віртуального підприємства. Для підвищення ефективності роботи транспортних систем необхідно виконати не тільки системну побудову всього транспортного процесу із застосуванням логістичного підходу, але і його керуючої системи, яка забезпечує злагодженість виконання технологічних операцій у часі.*

**Ключові слова:** логістика, віртуальна логістика, віртуальне підприємство, оптимізація транспортного процесу, керування матеріальним потоком.

*O.P. Kirkin, V.I. Kirkina. System construction of the virtual enterprise. For increase of overall performance of transport systems, it is necessary not only to execute system construction of all transport process with application of the logistical approach, but also its operating system providing coordination of performance of technological operations in time.*

**Keywords:** logistics, virtual logistics, the virtual enterprise, optimization of transport process, management of a material stream.

**Постановка проблемы.** Переход к рынку индивидуальных услуг поставил новую задачу в сфере доставки грузов потребителю – затраты на выполнение единичных заказов не должны превышать затраты на оптимальную перевозку подобных массовых грузов. Основными направлениями сокращения затрат являются: снижение логистических издержек посредством быстрого создания системы оптимальной доставки единичного груза (что приводит к снижению дополнительных затрат) либо уменьшением задержек. Эффективность применения методов виртуализации основанных на использовании удаленных ресурсов сети Интернет на подобных перевозках грузов составляет порядка 15-40% ее стоимости. Однако несистемное применение этих методов намного снижает эффективность их применения, а отсутствие основной цели функционирования и четкой управляющей системы полностью нивелирует их преимущества. Поэтому построение технологии перевозки грузов с применением методов виртуализации и четким управлением является проблемой актуальной, требующей системного подхода [1, 2].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Применяемые в настоящее время модели построения оптимальной технологии доставки грузов, не отвечают требованиям индивидуальности, оперативности и гибкости производства услуг [3, 4]. Традиционно используемые методы не приспособлены для быстрого и системного создания технологии доставки грузов. Имитационные модели дискретных транспортных систем, в виду стохастичности транспортных потоков, как и вероятностные имитационные модели не дают полного описания управляющих воздействий и не приспособлены для интегрированных логистических систем объединяющих множество независимых систем. Поэтому данные модели не годятся для реализации методов виртуализации.

Современной тенденцией в отечественной и зарубежной практике повышения эффективности доставки грузов с использованием методов виртуализации является использование виртуальных организаций [1] с централизованным управлением, или виртуальных предприятий [2]. Их применение позволит на 30-40% сократить затраты на транспортную составляющую.

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет", г. Мариуполь

<sup>2</sup> ст. преподаватель, ГВУЗ "Приазовский государственный технический университет", г. Мариуполь

Для построения технологии доставки грузов необходимо, используя опыт построения виртуальных систем [1], логистический подход [5] и виртуальную логистику [6], выработать технологию системного построения виртуальных предприятий.

**Цель статьи** – при помощи системного подхода предложить оптимальную технологию построения виртуальных предприятий для эффективного решения транспортных задач доставки грузов потребителю, в условиях неопределенности воздействия внешней среды и стохастичности изменения параметров транспортного процесса.

**Изложение основного материала.** Из существующих публикаций по данной проблеме можно заключить, что виртуальное предприятие на транспорте ( $VE_T$ ) – это временно создаваемый, как реакция на заказ или запрос, виртуальный центр (ВЦ) на основе анализа проблемы и требований заказчика, а также на основании договоров объединяющий в себе информационные сети фирм, предприятий и т.д. (которые могут участвовать по своей специализации в решении транспортных задач, а также потребителей и поставщиков) с целью:

- 1) информационного решения поставленной транспортной задачи ( $opt \{C_S(t)\}$ ) и;
- 2) информационного управления исполнением данного решения ( $U_{VE}$ ), с использованием ресурсов предприятий ( $R_S$ ).

$$VE_T = \Psi(\{R_S\}, \{U_{VE}\}, T) \Rightarrow opt \{C_S(t)\}, \quad (1)$$

где  $\Psi$  - функция преобразования параметров системы во времени  $T$ ;  
 $C_S(t)$  - критерий оценки системы.

Под ВЦ здесь понимается компьютер содержащий огромную БД по предприятиям участвующим в транспортном процессе, потенциальных заказчиках и поставщиках, и СУБД управляющую БД и всеми виртуальными предприятиями, а также содержащий необходимое ПО и программы для постановки и решения транспортных задач виртуального предприятия.

Для объединения элементов проектируемой логистической системы локальные цели и задачи независимых предприятий подчиняются глобальной цели функционирования ВЦ при помощи следующей системной модели, при  $n = 1, 2, \dots, N$ ;  $i = 1, 2, \dots, I$ ;  $j = 1, 2, \dots, J$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_i \rightarrow C_{ij}^n \{c_{ij}: c_{ij} \in C_i\} \\ C_{ij}^n \rightarrow F_{ij}^n \{f_{ij}: f_{ij} \in F_{ij}\} \\ F_{ij}^n \rightarrow Z_{ij}^n \{z_{ij}: z_{ij} \in Z_{ij}\} \\ Z_{ij}^n \rightarrow M_{ij}^n(K_i^n, I_s) \{m_{ij}: m_{ij} \in M_{ij}\} \\ M_{ij}^n(K_i^n, I_s) \rightarrow \Gamma_{ij}^n(K_i^n, I_s) \{a_{ij}: a_{ij} \in A_{ij}\} \\ \Gamma_{ij}^n(K_i^n, I_s) \rightarrow A_{ij}^n(K_i^n, I_s) \\ A_{ij}^n(K_i^n, I_s, D_{ij}^n) \rightarrow \Pi_{ij}^n(K_i, I_s, D_{ij}^n) \\ \Pi_{ij}^n(K_i^n, I_s, D_{ij}^n) \rightarrow R_{ij}^n(K_i^n, I_s, D_{ij}^n) \end{array} \right. , \quad (2)$$

где  $C_i$  – глобальная цель функционирования системы управления на  $i$ -м промежутке времени;  
 $C_{ij}^n$  – локальные цели  $n$ -го уровня функционирования на  $i$ -м промежутке времени  $j$ -го наименования;

$F_{ij}^n$  – функции  $n$ -го уровня на  $i$ -м промежутке времени,  $j$ -го наименования, которые обеспечивают реализацию соответствующих локальных целей;

$Z_{ij}^n$  – множество задач, которые необходимо решить на  $i$ -м промежутке времени для достижения поставленных целей;

$K_i^n, M_{ij}^n, \Gamma_{ij}^n, D_{ij}^n, A_{ij}^n, \Pi_{ij}^n, R_{ij}^n$  – множество соответственно критериев, методов, рабочих гипотез, допущений, алгоритмов, программно-технических способов и результатов решения задач  $Z_{ij}^n$  на  $i$ -м промежутке времени,  $j$ -го наименования;

$I_s$  – параметры информационной системы.

Тогда, логистическая система [7], объединяющая простую транспортную систему и систему клиентуры, при помощи виртуального объединения представлена на рис. 1.

На данной схеме в сфере потребления  $S$  возникает спрос  $S_i$  на товар  $i$  в сфере производства  $D$  конкретного качества  $K_i$  и количества  $Q_i$ .

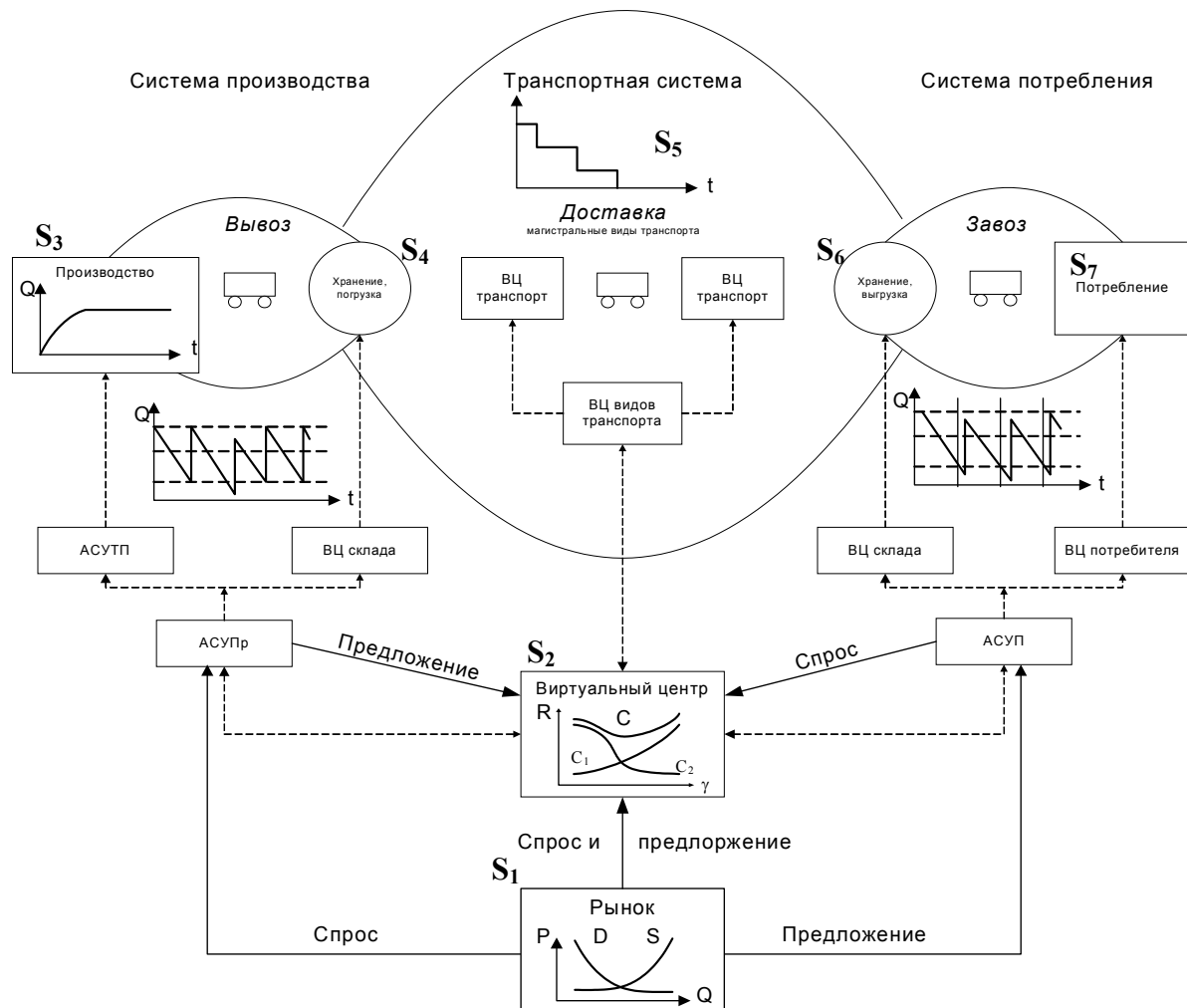


Рис. 1 – Схема логистической системы доставки грузов с применением виртуального центра:  $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ , – соответственно рынок услуг, управление системой и принятие решений ВТП, производство, склад готовой продукции, транспортировка, склад потребителя, потребление;  $Q$  – грузопоток,  $t$  – информационная связь;  $R, P$  – соответственно затраты и цена, ден. единиц;  $t$  – время, дней;  $\gamma$  – уровень обслуживания, %.

Спрос ограничен сроком действия, поэтому спрос имеет определенную длительность  $t_i$ , а также направленность  $L_{D-S}$  (расстояние между сферами производства и потребления). Тогда спрос  $S_i = f(Q_i, K_i, t_i, L_{D-S})$ .

В виртуальный центр подается информация о возникновении спроса  $S_i$  на время  $t_i$ , являющаяся сигналом к работе логистической системы. Так как необходимо удовлетворить спрос  $S_i$  именно во время  $t_i$ , т.е. груз должен быть доставлен точно в срок, иначе предприятие потерпит убытки в виде не окупаемости вложенных затрат при просрочке в доставке или в виде дополнительных затрат на хранение при доставке ранее намеченного срока. Виртуальный центр должен организовать работу так, чтобы успеть удовлетворить спрос  $S_i$  с минимальными затратами на перевозку, гарантией качества  $K_i$  и количества  $Q_i$ .

Поэтому для согласования и подчинения единой глобальной цели виртуального предприятия работу всех элементов ЛС, имеющих собственные локальные цели функционирования и решения проблем, вызванных возмущающими воздействиями, виртуальный центр соединен с ними информационными потоками. При этом информационные потоки по способу передачи информации можно причислить к энергетическим, поэтому стохастичность получения информации о материальном потоке гасится фильтрами и системами передачи [8].

Тогда эффект виртуального центра сводится к минимизации затрат на доставку груза  $C_1$  и компенсацию возмущающих воздействий  $C_2$ . Для этого под руководством виртуального центра, в зависимости от решаемых задач и типов получаемых данных для «обучения» системы, происхо-

дит ее самонастройка (изменение параметров) или самоорганизация (изменение структуры).

Таким образом, можно определить функциональные задачи и структуру управления виртуального центра. Функциональными задачами являются: оперативный поиск оптимальной технологии перевозки; контроль за работой виртуального предприятия и его элементов; система обучения основанная на анализе ранее созданных систем; экономические расчеты с клиентами; накопление баз данных; логистическая обработка информации для уменьшения задержек в ее получении и перекодировке. При этом принятие решений на основании альтернатив виртуального центра полностью ложится на плечи лица принимающего решения, так как транспортная система (ОУ) изобилует активными системами и системами повышенной опасности рис. 2.

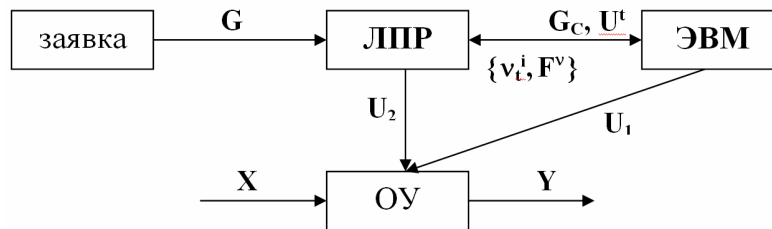


Рис. 2 – Работа ЛПР в процессе принятия решений

Критерии выбора практически всех методов основаны на анализе матрицы возможных воздействий -  $U^t$ ; альтернатив решений -  $v_t^i$ ; и оценки выбранной альтернативы -  $F^v$ . В общем случае задачу принятия решений ЛПР (Z) можно представить следующим образом [9]:

$$Z_{VLP} : N^t \times R \times \Omega_{ij}^n \rightarrow Z_{VLP} : 3_{ij}^n \times v_t \times K_S \times P^M \times F^v \times G_c \times D \rightarrow Y, \quad (3)$$

где  $N^t$ ,  $R$ ,  $v_t$ ,  $K_S$  - множество соответственно ситуаций (состояний транспортной системы и ЛПР); наличных ресурсов; допустимых альтернативных вариантов, в зависимости от множества наличных ресурсов; критериев выбора;

$P^M$  - множество методов измерения предпочтений;

$F^v$  - отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок;

$G_c$  - система предпочтений эксперта;

$D$  - решающее правило, отражающее систему предпочтений;

$Y$  - множество решений по поставленным задачам.

Тогда структурную схему виртуального центра можно представить в виде совокупности трех элементов: ЛПР, СУБД и БД (рис. 3).

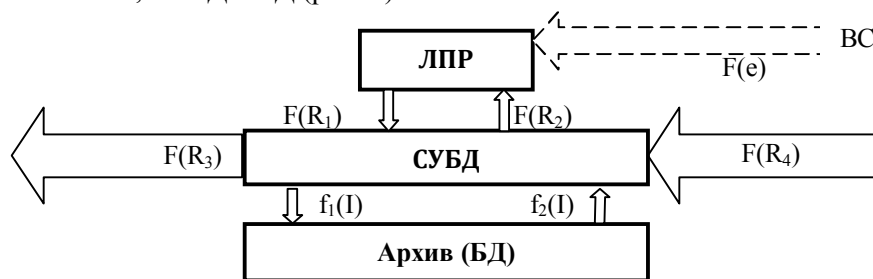


Рис. 3 – Структура ВЦ

ЛПР принимает решения ( $F(R_1)$ ) на основании данных полученных из системы управления БД ( $F(R_2)$ ) и поступающей информации из внешней среды ( $F(e)$ ). Вся информация поступающая в СУБД проходит начальную компьютерную обработку и направляется в переработанном виде ЛПР. При необходимости ЛПР ведет корректировку и информация направляется снова в СУБД, после чего отправляется в архив и снова направляется для корректировки ЛПР, и цикл повторяется до тех пор, пока ЛПР не разрешит управляющему воздействию покинуть систему. Штрихпунктирная стрелка обозначает информацию для ЛПР из внешней среды.

Логистическая цепочка доставки связана также и грузотранспортными потоками, причем вход последующего элемента является выходом предыдущего. Материальные и энергетические потоки системы подвержены влиянию внешней среды и имеют стохастический характер. Связью подсистем являются параметры состояний материальных потоков  $Z$ . Согласно определе-

нию декомпозиции ЛС можно представить объединением подсистем по рисунку 1:

$LS = S_1 \cup \dots \cup S_7$ . На основании системного подхода, общий интегрированный эффект в системе  $F(C)$  представляет собой совокупность оценок достижения глобальной цели виртуального предприятия  $f_{S1}(k_C)$  и определяется критерием работы транспортной системы  $k_C$ .

$$F(C) = f_{S1}(k_C) + f_{S2}(k_C) + f_{S3}(k_C) + f_{S4}(k_C) + f_{S5}(k_C) + f_{S6}(k_C) + f_{S7}(k_C). \quad (4)$$

Логистическая система виртуального транспортного предприятия как управляемая, динамическая и целенаправленная относится к кибернетическим. Тогда управление работой виртуального предприятия с ВЦ принадлежащим морскому порту с использованием обратной связи  $\{V_j^{обp}\}$  от всех его элементов можно представить, как показано на рисунке 4.

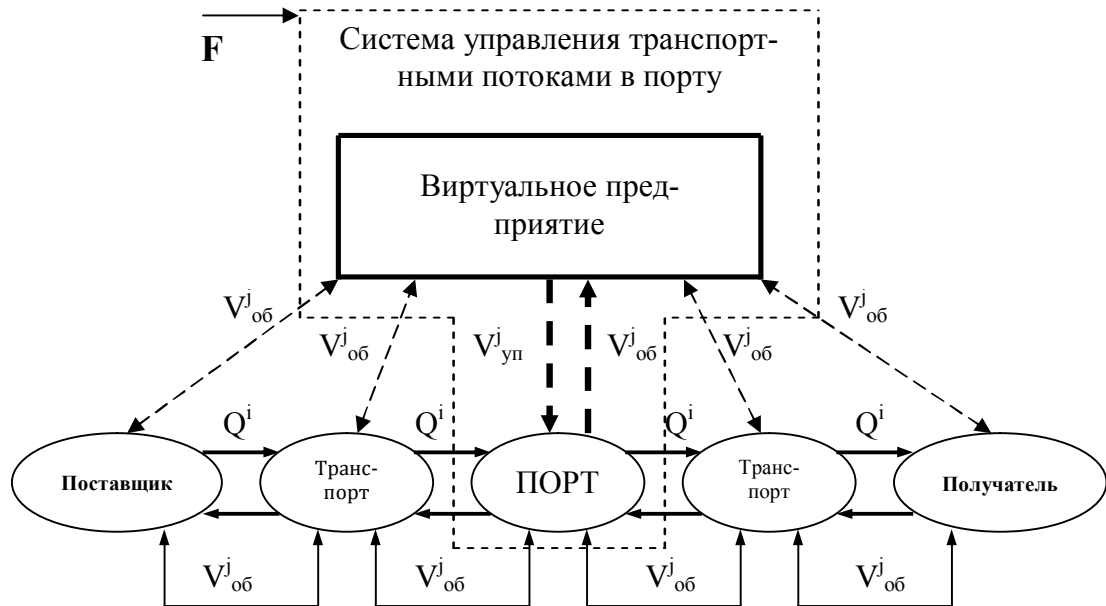


Рис. 4 – Схема управления в логистической системе “грузоотправитель - грузополучатель”

Совокупность обратных связей  $\{V_j^{обp}\}$ , отображающих взаимосвязь элементов ВП между собой и внешней средой  $F$ , образует множество состояний транспортной системы. Реакция виртуального предприятия на обратную информационную связь поступает сразу же с новой партией груза либо поступает непосредственно на вход элементов – приводящих к нерациональной работе логистической цепочки либо ВП в целом.

Описание функционирования кибернетической системы задается тремя семействами функций: функций, определяющих изменения состояний всех элементов системы, функций, задающих их выходные сигналы, и, функций, вызывающих изменения в структуре системы. Тогда, логистическую систему можно представить следующей формулой:

$$LS \Leftrightarrow \langle X_{вх}^i \rightarrow F(X_{вх}^i, E) = Z_{вн}^i \rightarrow Y_{вых}^i \Rightarrow \{x_i\} \rightarrow f\{x_i, e\} = z_i \rightarrow \{y_i\} \rangle, \quad (5)$$

где  $X_{вх}^i, Y_{вых}^i$  – соответственно, материальный поток перед и после преобразования;

$Z_{вн}^i$  – преобразование материального потока внутри звена системы;

$E$  – возмущающие воздействия;

$F$  – оператор преобразования;

$\{x_i\}, \{z_i\}, \{y_i\}$  – параметрическое представление материального потока соответственно перед, во время и после преобразования;

$\{e\}$  – параметрическое представление возмущающих воздействий;

$f$  – функция преобразования.

При этом адаптивность транспортной системы к изменениям внешней среды достигается минимизацией функционала рассогласованности оптимальных значений управляемых пара-

метров  $R_S = \{r_S\}$  виходящего потока и их реальных значений.

#### **Выводы**

1. Декомпозиция транспортного процесса на два уровня (виртуальный центр и транспортный процесс) и предложенная системная модель, с выделением основных элементов виртуального транспортного предприятия, их функций и структурных связей позволила упростить построение сложной системы управления транспортным процессом.
2. Активные системы в работе виртуального предприятия рассматриваются как ЛПП, что позволило добавить в систему элементы автоматизации работы людей при помощи наиболее компьютеризированного и устойчивого к внешним воздействиям метода теории нечетких множеств - лингвистических переменных.
3. Предложенная модель функционирования ЛС позволила выработать систему критериальной оценки работы виртуального предприятия, в виде интегрированного эффекта достижения глобальной цели функционирования.
4. Разработанная системотехническая модель управления транспортными операциями, на основании теории управления позволила достигнуть адаптивизации работы системы.
5. Системное построение виртуального предприятия позволяет в дальнейшем перейти к построению моделей управления транспортным процессом с использованием методов виртуального предприятия с уже четкой структурой, функциями и связями управляющей системы.

#### **Список использованных источников:**

1. *Родкина Т.А.* Информационная логистика / *Т.А. Родкина.* – М.: Экзамен, 2001. – 288 с.
2. *Тимашова Л.А.* Организация виртуальных предприятий: монография / *Л.А. Тимашова [и др].* – Луганск: Изд-во СНУ им. В. Даля, 2004. – 368с.
3. *Смехов А.А.* Математические модели процессов грузовой работы / *А.А. Смехов.* – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.
4. *Николайчук В.Е.* Логистика / *В.Е. Николайчук.* – СПб.: Питер, 2001. – 160с.
5. *Губенко В.К.* Логистика: учеб. пособие / *В.К. Губенко.* – Мариуполь, 1996. - 242 с.
6. *Зайцев Е.И.* Логистическая информация в Интернет и ее использование на рынке перевозок / *Е.И. Зайцев* // Логистика. – 1999. – №3. – С.100-102.
7. *Смехов А.А.* Введение в логистику / *А.А. Смехов.* М.: Транспорт, 1993. - 112с.
8. *Андрющенко В.А.* Теория систем автоматического управления: Учеб. пособие / *В.А. Андрющенко.* - Л., Издательство Ленинградского университета, 1990. - 256с.
9. *Андрейчиков А.В.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике / *А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова.* - М.: Финансы и статистика, 2000. - 368 с.

Рецензент: В. К. Губенко  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 28.03.2011